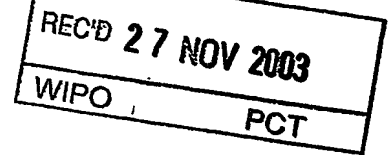


BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

10/528852



PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)



PCT/DE03/3147 23 MAR 2003

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen: 102 44 200.2

Anmeldetag: 23. September 2002

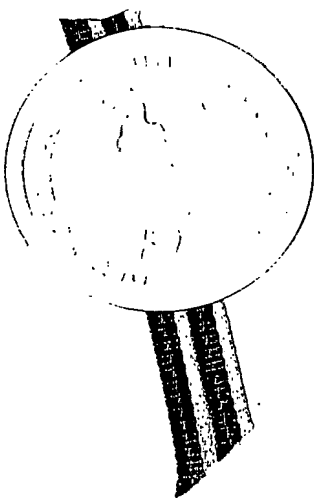
Anmelder/Inhaber: Osram Opto Semiconductors GmbH, Regensburg/DE

Bezeichnung: Strahlungsemitierendes Halbleiterbauelement

IPC: H 01 L 33/00

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der
ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 21. Oktober 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag


Werner

Beschreibung

Strahlungsemittierendes Halbleiterbauelement

- 5 Die Erfindung betrifft ein strahlungsemittierendes Halbleiterbauelement gemäß Oberbegriff des Patentanspruches 1.

Sie betrifft insbesondere ein strahlungsemittierendes Halbleiterbauelement mit einer Schichtstruktur, die eine Photonen
10 emittierende aktive Schicht, eine n-dotierte Mantelschicht und eine p-dotierte Mantelschicht enthält, einem mit der n-dotierten Mantelschicht verbundenen n-Kontakt und einer mit der p-dotierten Mantelschicht verbundenen Spiegelschicht.

- 15 Für den Einsatz bei strahlungsemittierenden Halbleiterbauelementen, wie etwa InGaN-basierten Top-Down montierten Lumineszenzdioden oder Dünnschicht-Lumineszenzdioden sind hochreflektierende Spiegelmateriale erforderlich, die eine von der aktiven Zone zur Bauelementrückseite hin ausgesandte Strahlung
20 wieder zur Vorderseite hin oder zu den Bauelementflanken hin reflektieren.

Bei Top-Down montierten Lumineszenzdioden ist die strahlungserzeugende Epitaxieschichtenfolge zur Montageseite hin gewandt, das heißt, das Bauelement strahlt, falls noch vorhanden, durch das Aufwachssubstrat ab. Bei Dünnschicht-Lumineszenzdioden ist das Aufwachssubstrat zum epitaktischen Aufwachsen der strahlungserzeugenden Epitaxieschichtenfolge
30 zumindest teilweise entfernt und die Epitaxieschichtenfolge befindet sich auf einem nachträglich aufgebrauchten Trägersubstrat.

Für Lumineszenzdioden auf Basis Nitrid-III-V-Verbindungshalbleitermaterial, insbesondere auf der Basis von
35 GaN, wie AlGaN, InGaN und InGaAlN sowie auch GaN selbst, sollen die Spiegelmateriale darüber hinaus einen ohmschen Kontakt zur p-dotierten Schicht der Schichtstruktur bilden.

Dabei besteht das Problem, daß im blauen Spektralbereich gut reflektierende Metalle wie Aluminium keinen ohmschen Kontakt auf p-GaN oder dazu verwandten Materialien, wie p-AlGaN, p-InGaN und p-InGaAlN bilden. Andererseits sind Materialien, die einen guten Kontakt auf p-GaN usw. bilden, wie etwa Platin oder Palladium, im blauen Spektralbereich absorbierend und daher als Spiegelmaterial nicht geeignet. Lediglich Silber ist sowohl in ausreichendem Maß reflektierend als auch zur Kontaktierung von p-GaN usw. geeignet. Allerdings besteht hier der Nachteil, daß die mechanische Stabilität von Silberschichten in Lumineszenzdioden ungenügend ist.

Unter die Gruppe von strahlungsemittierenden Bauelementen auf Basis von Nitrid-III-V-Verbindungshalbleitermaterial fallen vorliegend insbesondere solche Chips, bei denen die epitaktisch hergestellte Halbleiterschicht, die in der Regel eine Schichtfolge aus unterschiedlichen Einzelschichten aufweist, mindestens eine Einzelschicht enthält, die ein Material aus dem Nitrid-III-V-Verbindungshalbleitermaterial-System $\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$ mit $0 \leq x \leq 1$, $0 \leq y \leq 1$ und $x+y \leq 1$ aufweist. Die Halbleiterschicht kann beispielsweise einen herkömmlichen pn-Übergang, eine Doppelheterostruktur, eine Einfach-Quantentopfstruktur (SQW-Struktur) oder eine Mehrfach-Quantentopfstruktur (MQW-Struktur) aufweisen. Solche Strukturen sind dem Fachmann bekannt und werden von daher an dieser Stelle nicht näher erläutert.

Auch bei kurzwelligen auf InGaAlP basierenden Dünnschicht-Lumineszenzdioden ist die Wahl des Spiegelmaterials schwierig. Gold, das gegenwärtig oft als Spiegelmaterial verwendet wird, begrenzt aufgrund seiner vergleichsweise geringen Reflektivität die Effizienz dieser Dioden. Das vom Standpunkt der Reflektivität her besser geeignete Silber wurde bisher wegen seiner mangelnden Haftung und aufgrund von Migrationsproblemen nicht verwendet.

Ein Ansatz zur Behebung dieser Schwierigkeiten besteht darin, Aluminiumspiegel zu verwenden, bei denen der elektrische Anschluß durch eine Platinschicht gebildet wird und die optischen Eigenschaften durch das Aluminium gegeben sind. Alternativ kann Silber abgeschieden werden, das durch weitere Metalle an der waferabgewandten Seite fixiert wird.

Hier setzt die Erfindung an. Der Erfindung, wie sie in den Ansprüchen gekennzeichnet ist, liegt die Aufgabe zugrunde, ein strahlungsemittierendes Halbleiterbauelement der eingangs genannten Art mit einer verbesserten Spiegelschicht anzugeben und so die Effizienz und die Leistungsfähigkeit dieser Bauelemente zu steigern.

Diese Aufgabe wird durch das strahlungsemittierende Halbleiterbauelement nach Anspruch 1 gelöst. Weitere Ausgestaltungen der Erfindung gehen aus den Unteransprüchen 2 bis 11 hervor.

Erfindungsgemäß ist bei einem gattungsgemäßen strahlungsemittierenden Halbleiterbauelement die Spiegelschicht durch eine Legierung von Silber mit einem oder mehreren Metallen der Gruppe Ru, Rh, Pd, Au, Os, Ir, Pt, Cu, Ti, Ta und Cr gebildet. Durch Zumischung dieser Metalle können die mechanischen Eigenschaften von Silberschichten wesentlich verbessert werden, ohne die Reflektivität der Schicht im Vergleich zu reinem Silber zu vermindern. Zugleich wird die Diffusion von Silber in die angrenzende Halbleiterschicht verringert.

In einer bevorzugten Ausgestaltung des erfindungsgemäßen strahlungsemittierenden Halbleiterbauelements ist die Spiegelschicht durch eine Legierung von Silber mit einem oder mehreren Metallen der Gruppe Ru, Rh, Pd, Au, Os, Ir, Pt und einem oder mehreren Metallen der Gruppe Cu, Ti, Ta, Cr gebildet. Derartige ternäre Legierungen weisen sowohl hohe Reflektivität im gewünschten kurzwelligen Spektralbereich als auch eine ausreichende mechanische Stabilität auf.

Als besonders bevorzugt wird angesehen, wenn die Spiegelschicht durch eine Ag-Pt-Cu-Legierung gebildet ist. Diese Legierung vereint eine hohe Reflektivität im blauen Spektralbereich mit einer hohen mechanischen und thermischen Stabilität.

Mit Vorteil ist in diesem Zusammenhang vorgesehen, daß die Legierung der Spiegelschicht neben Silber insgesamt 0,1 Gew-% bis 15 Gew-%, bevorzugt 1 Gew-% bis 5 Gew-% der genannten Metalle umfaßt.

In einer bevorzugten Weiterbildung des erfindungsgemäßen strahlungsemittierenden Halbleiterbauelements ist vorgesehen, daß die Legierung der Spiegelschicht neben Silber 0,5 bis 5 Gew-% von einem oder mehreren Metallen der Gruppe Ru, Rh, Pd, Au, Os, Ir, Pt und 0,5 bis 5 Gew-% von einem oder mehreren Metallen der Gruppe Cu, Ti, Ta, Cr umfaßt.

Insbesondere umfaßt dabei die Legierung der Spiegelschicht des strahlungsemittierenden Halbleiterbauelements neben Silber 1 bis 3 Gew-% Platin und 1 bis 3 Gew-% Kupfer.

In einer zweckmäßigen Weiterbildung der Erfindung bildet die Spiegelschicht mit der p-dotierten Mantelschicht einen ohmschen Kontakt, so daß die Spiegelschicht zugleich die Funktion einer p-Kontaktschicht übernehmen kann.

Besonders geeignet ist die erfindungsgemäße Ausgestaltung der Spiegelschicht für den Einsatz in strahlungsemittierenden Halbleiterbauelementen, in denen die Schichtstruktur auf Basis von InGaN oder InGaAlP gebildet ist. Insbesondere können bei InGaN-basierten Lumineszenzdiode mit silberhaltigen Legierungen ohmsche Kontakte hergestellt werden. Somit kann die Spiegelmetallisierung direkt über einer lichtzeugenden Schicht hergestellt werden.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen, Merkmale und Details der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen, der Beschreibung des Ausführungsbeispiels und der Zeichnung.

- 5 Die Erfindung soll nachfolgend anhand eines Ausführungsbeispiels im Zusammenhang mit der Zeichnung näher erläutert werden. Es sind jeweils nur die für das Verständnis der Erfindung wesentlichen Elemente dargestellt. Dabei zeigt
- 10 Figur 1 eine schematische Schnittansicht eines strahlungsemitterenden Halbleiterbauelements nach einem Ausführungsbeispiel der Erfindung.

Figur 1 zeigt in schematischer Schnittansicht eine im blauen
15 Spektralbereich emittierende InGaN-Lumineszenzdiode 10. Die Lumineszenzdiode 10 enthält eine Schichtstruktur 12, die eine n-dotierte Mantelschicht 14, eine Photonen emittierende aktive Schicht 16, und eine p-dotierte Mantelschicht 18 aufweist.

- 20 Auf der n-dotierten Mantelschicht 14 ist zur Stromzuführung ein n-Kontakt 22 angeordnet. Der p-Kontakt wird im Ausführungsbeispiel durch die p-Kontaktschicht 20 gebildet, welche zugleich eine hochreflektierende Spiegelschicht darstellt, die den von der aktiven Schicht 16 in Richtung der Spiegelschicht emittierten Anteil der erzeugten Strahlung reflektiert.

Die Spiegelschicht 20 besteht im Ausführungsbeispiel aus einer AgPtCu-Legierung mit einem Anteil von etwa 1,5 Gew-% Platin und etwa 1,5 Gew-% Kupfer. Diese Legierung bildet einerseits einen guten ohmschen Kontakt mit der p-GaN-Mantelschicht 18. Andererseits werden durch die Zumischung von Platin und Kupfer zu Silber die mechanischen Eigenschaften der Silberschicht deutlich verbessert. Die hohe Reflektivität der Spiegelschicht im blauen Spektralbereich bleibt dabei erhalten. Darüber hinaus tritt kaum Diffusion von Silberatomen aus der AgPtCu-Schicht 20 in die p-dotierte Mantel-

30

35

schicht 18 auf, so daß im Ergebnis eine hochreflektierende stabile p-Kontaktschicht erhalten wird.

5 Eine derartige Spiegelschicht aus einer AgPtCu-Legierung ist darüber hinaus auch für den Einsatz in InGaAlP Dünnschicht-Lumineszenzdiolen geeignet, wo sie als hochreflektierender und thermisch stabiler Metallspiegel zur Steigerung der Effizienz der LEDs beiträgt.

10 Die in der vorstehenden Beschreibung, in der Zeichnung sowie in den Ansprüchen offenbarten Merkmale der Erfindung können sowohl einzeln als auch in beliebiger Kombination für die Verwirklichung der Erfindung wesentlich sein.

Patentansprüche

1. Strahlungsemittierendes Halbleiterbauelement mit

- einer Schichtstruktur (12), die mindestens eine Photonen

5 emittierende aktive Zone (16) aufweist, die zwischen einer n-leitend dotierten Mantelschicht (14) und einer p-leitend dotierten Mantelschicht (18) angeordnet ist,

- einem mit der n-leitend dotierten Mantelschicht (14) verbundenen n-Kontakt, und

10 - einer an der von der aktiven Zone (16) abgewandten Seite der p-leitend dotierten Mantelschicht (18) angeordneten Spiegelschicht (20),

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß

die Spiegelschicht (20) durch eine Legierung von Silber mit

15 einem oder mehreren Metallen der Gruppe Ru, Rh, Pd, Au, Os, Ir, Pt, Cu, Ti, Ta und Cr gebildet ist.

2. Strahlungsemittierendes Halbleiterbauelement nach Anspruch

1, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß die

20 Spiegelschicht (20) durch eine ternäre Legierung von Silber mit einem oder mehreren Metallen der Gruppe Ru, Rh, Pd, Au, Os, Ir, Pt und einem oder mehreren Metallen der Gruppe Cu, Ti, Ta, Cr gebildet ist.

3. Strahlungsemittierendes Halbleiterbauelement nach Anspruch

1, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß die

Spiegelschicht (20) durch eine Ag-Pt-Cu-Legierung gebildet ist.

30 4. Strahlungsemittierendes Halbleiterbauelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß die Legierung der Spiegelschicht (20) neben Silber insgesamt 0,1 Gew-% bis 15 Gew-%, bevorzugt 1 Gew-% bis 5 Gew-% der genannten Metalle

35 umfaßt.

5. Strahlungsemittierendes Halbleiterbauelement nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Legierung der Spiegelschicht (20) neben Silber 0,5 bis 5 Gew-% von einem oder mehreren Metallen der Gruppe Ru, Rh, Pd, Au, Os, Ir, Pt und 0,5 bis 5 Gew-% von einem oder mehreren Metallen der Gruppe Cu, Ti, Ta, Cr umfaßt.

6. Strahlungsemittierendes Halbleiterbauelement nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Legierung der Spiegelschicht (20) neben Silber 1 bis 3 Gew-% Platin und 1 bis 3 Gew-% Kupfer umfaßt.

7. Strahlungsemittierendes Halbleiterbauelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Spiegelschicht (20) mit der p-leitend dotierten Mantelschicht (18) oder mit einer zwischen ihr und der Mantelschicht (18) angeordneten weiteren p-leitend dotierten Halbleiterschicht einen ohmschen Kontakt bildet.

8. Strahlungsemittierendes Halbleiterbauelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Schichtstruktur (12) auf Basis von Nitrid-III-V-Verbindungshalbleitermaterial gebildet ist.

9. Strahlungsemittierendes Halbleiterbauelement nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Schichtstruktur (12) auf Basis von InGaAlN gebildet ist.

10. Strahlungsemittierendes Halbleiterbauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Schichtstruktur (12) auf Basis von Phosphid-III-V-Verbindungshalbleitermaterial gebildet ist.

11. Strahlungsemittierendes Halbleiterbauelement nach Anspruch 10,
dadurch gekennzeichnet, daß die Schichtstruktur (12) auf Basis von InGaAlP gebildet ist.

Zusammenfassung

Strahlungsemitterendes Halbleiterbauelement

- 5 Bei einem Strahlungsemitterenden Halbleiterbauelement mit einer Schichtstruktur (12), die eine Photonen emittierende aktive Schicht (16), eine n-dotierte Mantelschicht (14) und eine p-dotierte Mantelschicht (18) enthält, einem mit der n-dotierten Mantelschicht (14) verbundenen Kontakt, und einer
10 mit der p-dotierten Mantelschicht (18) verbundenen Spiegelschicht (20), ist die Spiegelschicht (20) erfindungsgemäß durch eine Legierung von Silber mit einem oder mehreren Metallen der Gruppe Ru, Rh, Pd, Au, Os, Ir, Pt, Cu, Ti, Ta und Cr gebildet.

15

Figur 1

10 →

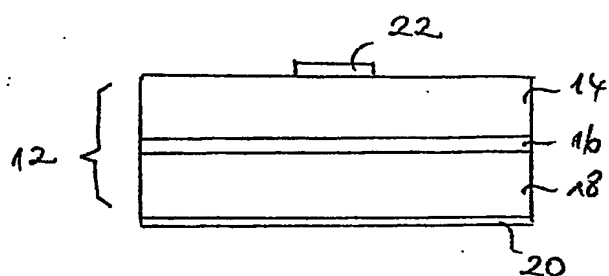


Fig. 1